



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 32 842 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
H 01 L 27/118

⑲ Aktenzeichen: 197 32 842.3
⑳ Anmeldetag: 30. 7. 97
㉓ Offenlegungstag: 18. 2. 99

DE 197 32 842 A 1

⑦① **Anmelder:**

Kampe, Jürgen, Dr.-Ing., 99096 Erfurt, DE; Arlt,
Steffen, Dipl.-Ing., 98693 Ilmenau, DE

⑦② **Erfinder:**

Kampe, Jürgen, Dr., 99096 Erfurt, DE; Arlt, Steffen,
Dipl.-Ing., 98693 Ilmenau, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:**

GOODENOUGH, Frank: Analog Counterparts Of
FPGAs
Ease System Design. In: Electronic Design,
Oct. 14, 1994, S.63-73;
GOODENOUGH, Frank: Analog And Analog-Digital
Arrays Blossom. In: Electronic Design, June 22,
1989, S.49-56;
JP Patents Abstracts of Japan:
4-364775 A;
4-365367 A;
5-160347 A;
6- 61427 A;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Dimensionierbares Analoges Bauelementarray**

⑤⑦ Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein dimensionierbares analoges Bauelementarray anzugeben, das es ermöglicht, durch eine ausgewählte Anordnung von einer definierten Anzahl von Elementar-Bauelementen unterschiedliche Schaltungsanordnungen zu Funktionsblöcken zusammenzufassen.

Erfindungsgemäß gelingt die Lösung der Aufgabe dadurch, daß das Bauelementarray aus Elementar-Bauelementen besteht, wobei die Elementar-Bauelemente mit Schaltelementen zur Dimensionierung verbunden sind und die Elementar-Bauelemente mit Schaltelementen zur Strukturierung untereinander verbunden sind.

Die Erfindung betrifft ein dimensionierbares analoges Bauelementarray mit unterschiedlichen Elementar-Bauelementen zur Realisierung verschiedener analoger Komplexschaltungen.

DE 197 32 842 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Auf dem breiten Sektor der digitalen Schaltungstechnik ist die programmierbare Verschaltung von Bauelementen bereits seit vielen Jahren bekannt. Die Adaption der im digitalen Schaltungsbereich bewährten Techniken auf den analogen Bereich ist bisher jedoch aufgrund der Komplexität der Beziehungen zwischen Schaltungseigenschaften und repräsentierenden Parametern nur teilweise und unzureichend erfolgt. Es ist bekannt, vorstrukturierte Anordnungen auf einem masterähnlichen Untergrund so anzuordnen, daß eine gewünschte Schaltung aus einer bestimmten/begrenzten Anzahl von möglichen Varianten durch entsprechende Verdrahtung realisiert werden kann.

Die Patentanmeldung US-A-4,847,612 zeigt ein konfigurierbares Array, mit matrixartig angeordneten Grundblöcken, sowie matrixartigen Verbindungen zu den Ein- und Ausgängen der Grundblöcke. Jede der Verbindungslinien kann durch eine Schaltermatrix erster Ordnung programmiert werden. Die Grundblöcke können jedoch nur zu digitalen Funktionsblöcken konfiguriert werden, wie z. B. PLA-Strukturen.

Zur Realisierung von schaltungstechnischen Systemlösungen ist heutzutage der digitale Bereich nicht mehr ausschließlich relevant. Vielmehr liegt das Hauptaugenmerk auf optimalen analogen Ansätzen, die bisher, aufgrund ihrer Komplexität in der Beschreibung der Zusammenhänge, immer noch aus dem Erfahrungspotential eines Analogentwerfers resultieren. Die Automatisierung im Analogentwurf ist bisher nur in verschiedenen, beherrschbaren Details umgesetzt worden. Dabei wurde verstärkt im Layoutbereich versucht, die zeitaufwendigen Entwurfsarbeiten zu automatisieren. Angelehnt an den digitalen Bereich gibt es Versuche durch eine Vorstrukturierung (Master) den Aufwand nur auf die Verdrahtung von Grundblöcken zu reduzieren.

Ein Beispiel ist in der europäischen Patentanmeldung EP-0 705 465 B1 beschrieben, die in einer Anordnung aus mindestens zwei Matrizen erster Ordnung besteht, welche durch mindestens eine Matrix zweiter Ordnung verbunden ist. Die Matrizen erster Ordnung bestehen hierbei aus sogenannten Grundbausteinen und einer Schaltermatrix, die über ein Schieberegister die Konfigurationsdaten parallel erhält. Die analogen Grundblöcke umfassen dabei wenigstens eine der Komponenten: Integratoren, Komparatoren, Verstärker, Phasendetektoren und einstellbare Referenzen, die aus multiplizierenden D/A-Wandlern gebildet sind. Die beschränkte Auswahl analoger Komponenten als Grundbausteine erweist sich jedoch in vielen Anwendungsbereichen als unzureichend.

Eine ebenfalls anwenderprogrammierbare integrierte Schaltungsanordnung mit einem analogen, einem digitalen und einem Schnittstellen-Abschnitt, die jeweils anwenderkonfigurierbar sind, ist aus der europäischen Patentschrift EP-0 499 383 A2 bekannt. Die Konfiguration beinhaltet jedoch lediglich eine entsprechende Vernetzung der Elemente und damit eine beschränktere Auswahl an realisierbaren Schaltungen. Beispielsweise ist keine, in der analogen Schaltungstechnik häufig erforderliche, Rückkopplung von Schaltungselementen möglich.

In der Patentanmeldung/Spezifikation EP 0 322 382 B1 wird ein Ansatz zur konfigurierbaren analogen Schaltung beschrieben. Die hierin vorgestellte Anordnung besteht aus mehreren Batterien von elektronischen Normkomponenten (CMOS-Transistoren und Kapazitäten), die entweder parallel oder seriell verschaltet sind und durch einen Schalter im Sourcezweig der Transistoren zu den gemeinsamen An-

schlüssen der Batterie verbunden werden können. Die Verbindung der Batterien ist fest vorgegeben, wodurch sich nur eine spezielle Klasse von Operationsverstärkern mit dieser Anordnung realisieren läßt. Ein Nachteil dieser konfigurierbaren Batterien ist der stromdurchflossene Schalter im Sourcezweig der angeschlossenen Transistoren, mit seinem zusätzlichen Spannungsabfall. Nachteilig wirkt sich auch die permanent anliegende gesamte Gatekapazitäten am Gateknoten der nicht angeschlossenen Transistoren auf das Verhalten der Schaltung aus. Die Anordnung in der hier vorliegenden Patentschrift beschränkt sich in der Wahl der zu realisierenden Schaltung auf ein breites Spektrum analoger CMOS-Schaltungen und ist daher universeller anwendbar.

Beschreibung der Anordnung

Das im folgenden beschriebene dimensionierbare analoge Bauelementarray basiert auf einer Idee zur Flexibilisierung analoger Schaltungskomponenten. Es liegt ein dimensionierbares Elementarbauelement [EBx] zugrunde, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß dieses mit Schaltelementen [SEx] verbunden ist, und über eine Schieberegisterkette [SRx] die Informationen zur Dimensionierung des Elementarbauelementes erhält. **Abb. 1.**

Die Elementarbauelemente repräsentieren dabei die analogen Basisbausteine Transistoren, Widerstände oder Kapazitäten. Bei den Transistoren handelt es sich um MOS-Transistoren, je nach Leitfähigkeit des Kanals, N- oder P-Typs. Die Gates [G] der Transistoren können je nach Dimensionierungsbereich unterschiedlich gestuft sein, so daß der überstreichbare Bereich der möglichen W/L-Verhältnisse, sowie deren Auflösung sehr groß ist, siehe **Abb. 2.** Die Widerstände und Kapazitäten setzen sich ebenfalls aus mehreren Feldern unterschiedlicher Größe entsprechend dem realisierbaren Wertebereich zusammen. Die einzelnen Kapazitätsfelder und Widerstandsbahnen sind ebenfalls unterschiedlich gestuft, so daß der überstreichbare Bereich der Kapazitäts- und Widerstandswerte, sowie deren Auflösung ebenfalls sehr groß ist, siehe **Abb. 5** und **4.**

Die Transistor-Elementarbauelemente können zudem als spezielle anwendungsorientierte Matchingstruktur ausgeführt werden, indem zwei gleich gestufte Transistoren ein Pärchen als Elementarbauelement bilden siehe **Abb. 3**, indem sie gegenüberliegend ineinander angeordnet sind. Die damit erreichbaren Eigenschaften, wie identische Sourcepotentiale und geringe technologische Abweichungen über die Fläche sind Grundlage für einige Grundkomponenten der analogen Schaltungstechnik wie z. B. Differenzeingangsstufen.

An den elektrischen Verbindungspunkten (VIA's) der Elementarbauelemente [EB] befinden sich Schaltelemente [SE], die entsprechend der Dimensionierungsvorgabe die jeweiligen Gateanschlüsse bei Transistoren bzw. die Abgriffe bei den passiven Elementarbauelementen mit dem entsprechenden elektrischen Potential verbinden oder von diesem elektrischen Potential isolieren. Die Verdrahtung der Drain/Source-Gebiete der Transistorbauelemente bleibt von der Dimensionierung unbeeinflusst bestehen. Die Informationen über die Dimensionierung des Elementarbauelementes [EB] werden den Ausgängen einer Schieberegisterkette [SR] entnommen, welche die Informationen aus einem seriellen zentralen Datenstrom erhält. Die Verdrahtung der von der Dimensionierung unabhängigen fixen Anschlußpunkte eines Elementarbauelementes [EB] erfolgt programmierbar über Transferschalter, welche prinzipiell die entsprechenden Bauelemente-Knoten (Terminals) mit den schaltungstechnisch erforderlichen Potentialen verbinden. Da die Verbindungen möglichst verlustarm realisiert werden sollen, sind 8

innere Programmierpotentiale direkt, d. h. ohne Transfer-
schalter im Signalpfad so an Terminals von Elementarbauelementen angeschlossen, daß alle Querstrompfade über nur einen Schalter zwischen zwei Elementarbauelementen programmierbar sind.

Durch eine ausgewählte Anordnung von einer definierten Anzahl von Elementarbauelementen wie z. B. Kondensatoren, Widerstände sowie N- und P-Kanal-CMOS-Transistorpaare mit unterschiedlicher Kanallänge, können diese zu abgeschlossenen Funktionsblöcken zusammengefaßt werden, siehe Abb. 6. Mit diesem Funktionsblock kann im schaltungstechnischen Sinn eine separate Teilschaltung realisiert werden wie z. B. Verstärkerstufen, etc. Durch eine geeignete Anordnung etwa durch Aneinanderreihung zu einer Arraystruktur, entstehen Verdrahtungskanäle zwischen den einzelnen Funktionsblöcken, die als Versorgungstrassen genutzt werden. Dabei werden die Versorgungspotentiale mit der Schaltermatrix eines jeden Funktionsblockes verknüpft, sowie untereinander über elektrisch programmierbare Schalterboxen verbunden, siehe Abb. 7.

Patentansprüche

1. Dimensionierbares analoges Bauelementarray zur Realisierung verschiedener analoger Komplexschaltungen **dadurch gekennzeichnet**, daß unterschiedliche Elementar-Bauelemente mit Schaltelementen so verbunden sind, daß diese dimensionierbar sind und die Elementar-Bauelemente zu Funktionsblöcken konfigurierbar sind, wobei sowohl die Dimensionierung als auch die Konfigurierung der Elementar-Bauelemente unabhängig voneinander durch elektrisch programmierbare Verbindungen realisiert wird.
2. Dimensionierbares analoges Bauelementarray nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elementar-Bauelemente P-Kanal-MOS-Transistoren, N-Kanal-MOS-Transistoren, Widerstände und Kapazitäten darstellen können, die unabhängig voneinander dimensionierbar sind.
3. Dimensionierbares analoges Bauelementarray nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dimensionierbaren Transistoren aus mindestens zwei Gates bestehen, die der Realisierung des gewünschten W/L-Verhältnisses dienen und die einzelnen Gates durch die Schaltelemente elektrisch programmierbar sind, indem sie mit unterschiedlichen Potentialen entsprechend der gewünschten Dimensionierung verbunden werden.
4. Dimensionierbares analoges Bauelementarray nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Information über das gewünschte einzustellende W/L-Verhältnis oder den Widerstandswert oder den Kapazitätswert über die Ausgänge einer Schieberegisterkette den Schaltelementen zur Verfügung gestellt wird.
5. Dimensionierbares analoges Bauelementarray nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schieberegisterketten der Elementar-Bauelemente innerhalb eines Funktionsblockes seriell miteinander verbunden sind und die Information für die Dimensionierung der Elementar-Bauelemente seriell in die Schieberegisterketten eingelesen wird.
6. Dimensionierbares analoges Bauelementarray nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elementar-Bauelemente eines Blockes untereinander durch mit Hilfe einer Schaltermatrix programmierbaren innere Leitungen verbunden sind.
7. Dimensionierbares analoges Bauelementarray

nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionsblöcke über Leitungssegmente in äußeren Verdrahtungstrassen miteinander verbunden sind.

8. Dimensionierbares analoges Bauelementarray nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungen der äußeren Verdrahtungstrasse über Schalterboxen programmiert werden können, indem die aufeinanderfolgenden Leitungssegmente miteinander verbunden oder voneinander isoliert werden.

9. Dimensionierbares analoges Bauelementarray nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionsblöcke und Verdrahtungstrassen mit den Schalterboxen regulär zu einer Arraystruktur angeordnet werden.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Abbildungen:

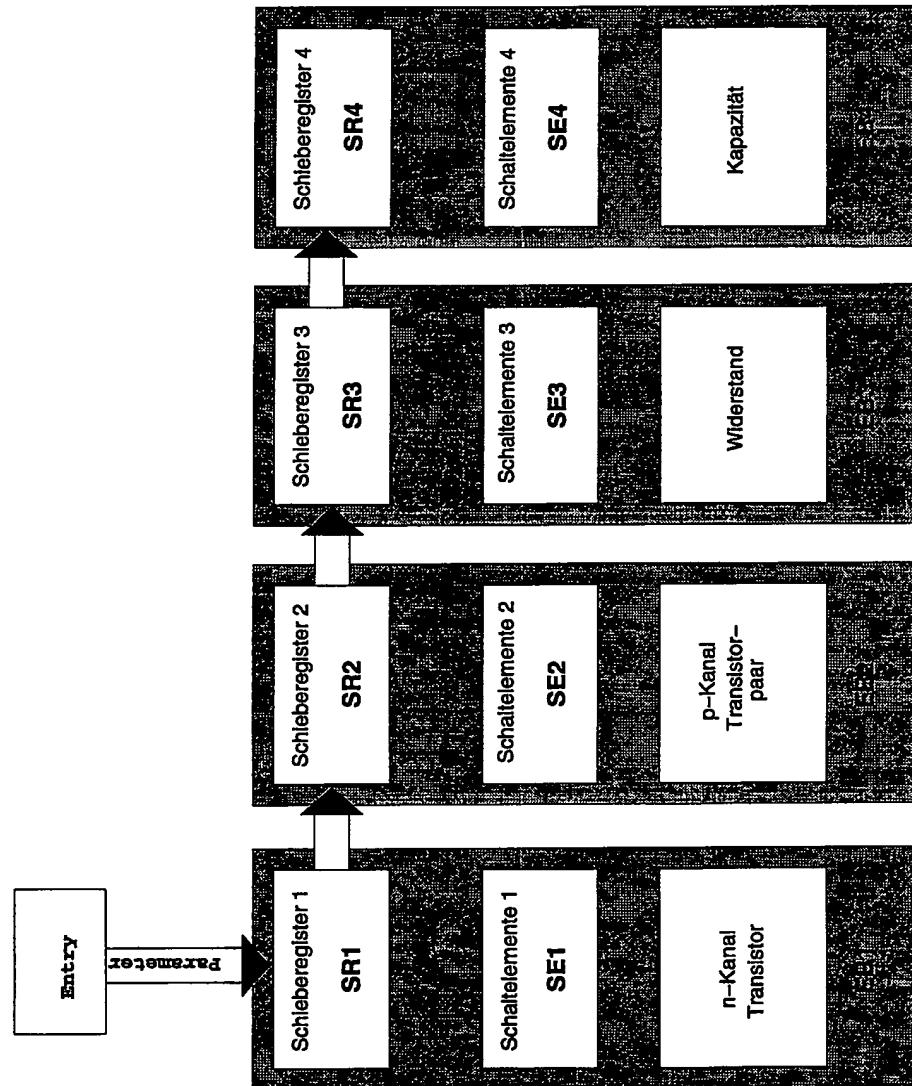


Abbildung 1: Blockschaltung

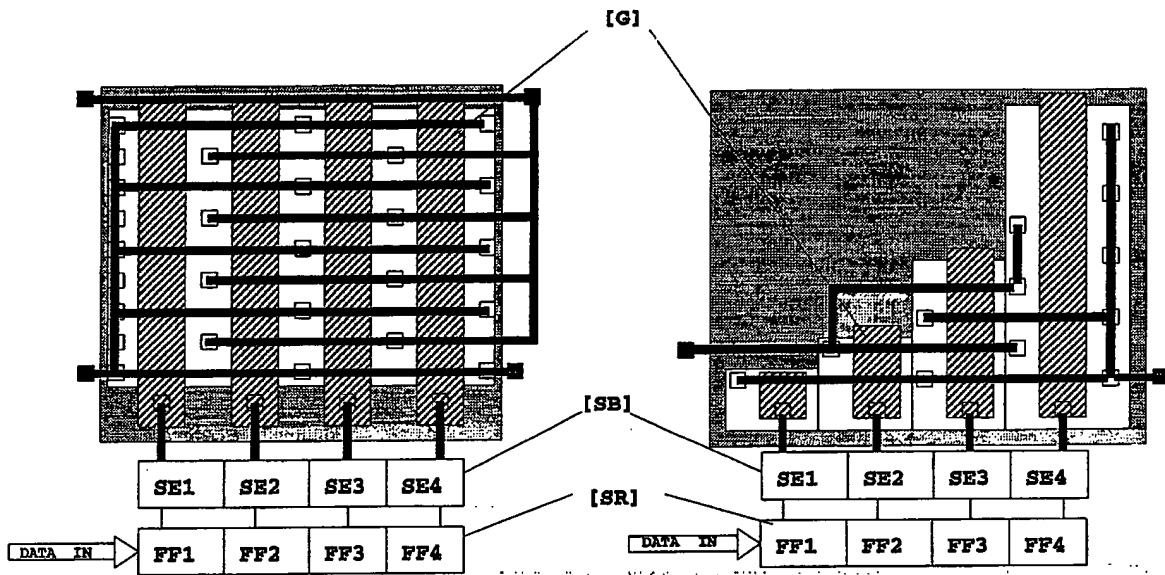


Abbildung 2: Elementar-Bauelement Transistor

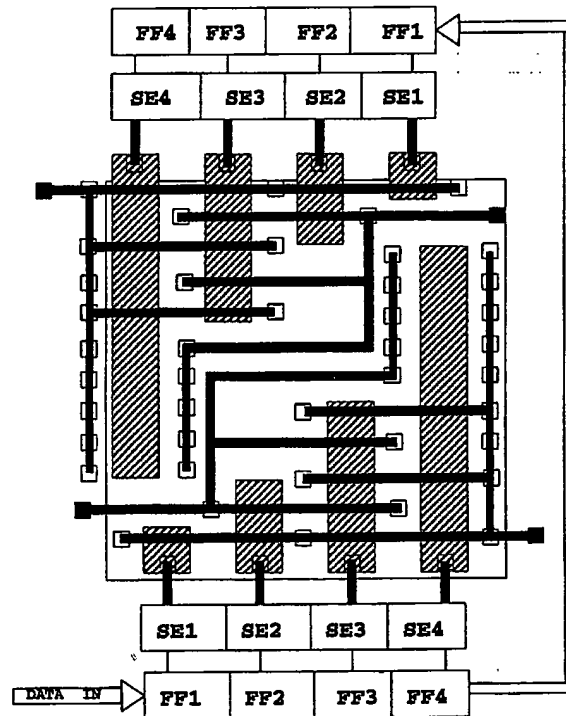


Abbildung 3: Elementar-Bauelement Transistorpaar

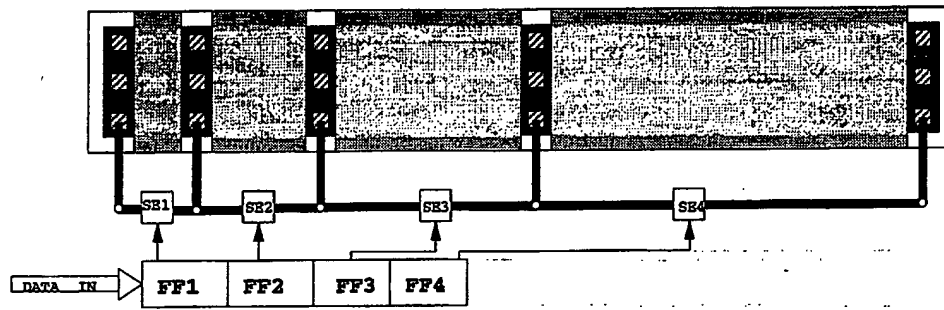


Abbildung 4: Elementar-Bauelement Widerstand

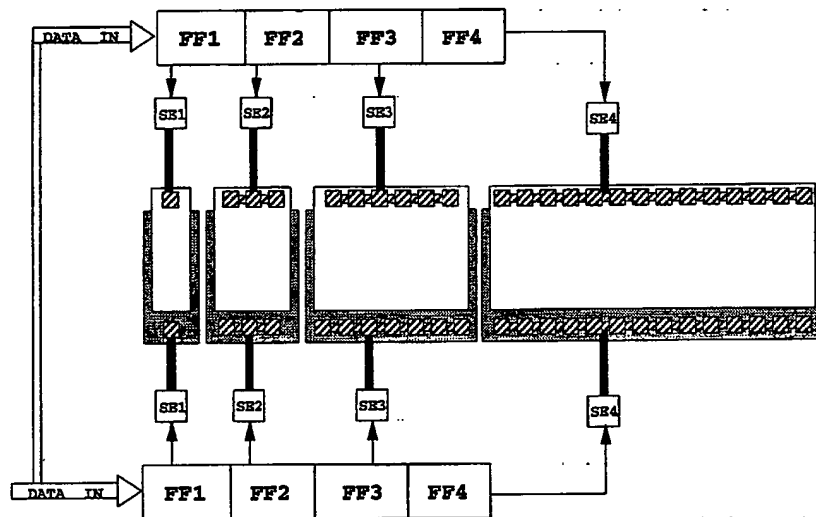


Abbildung 5: Elementar-Bauelement Kapazität

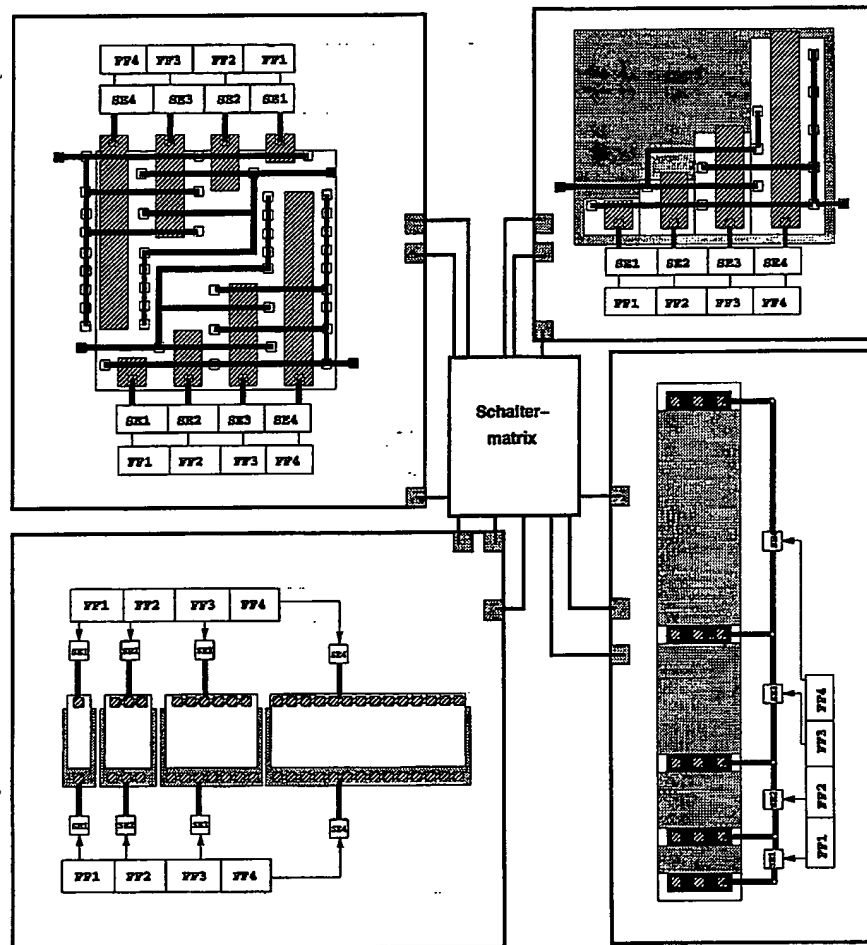


Abbildung 6: Funktionsblockbeispiel

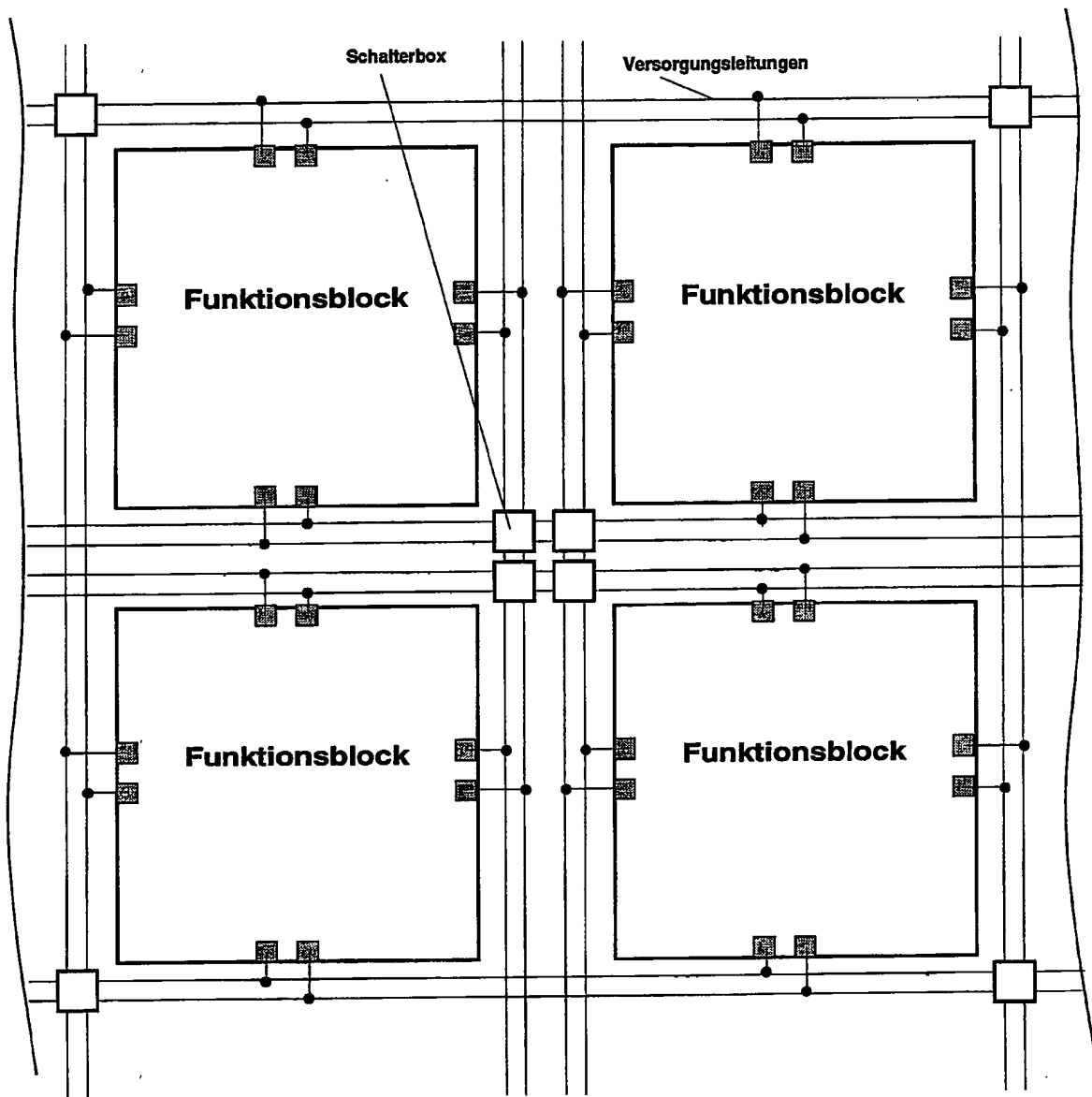


Abbildung 7: Beispiel der Anordnung von Funktionsblöcken